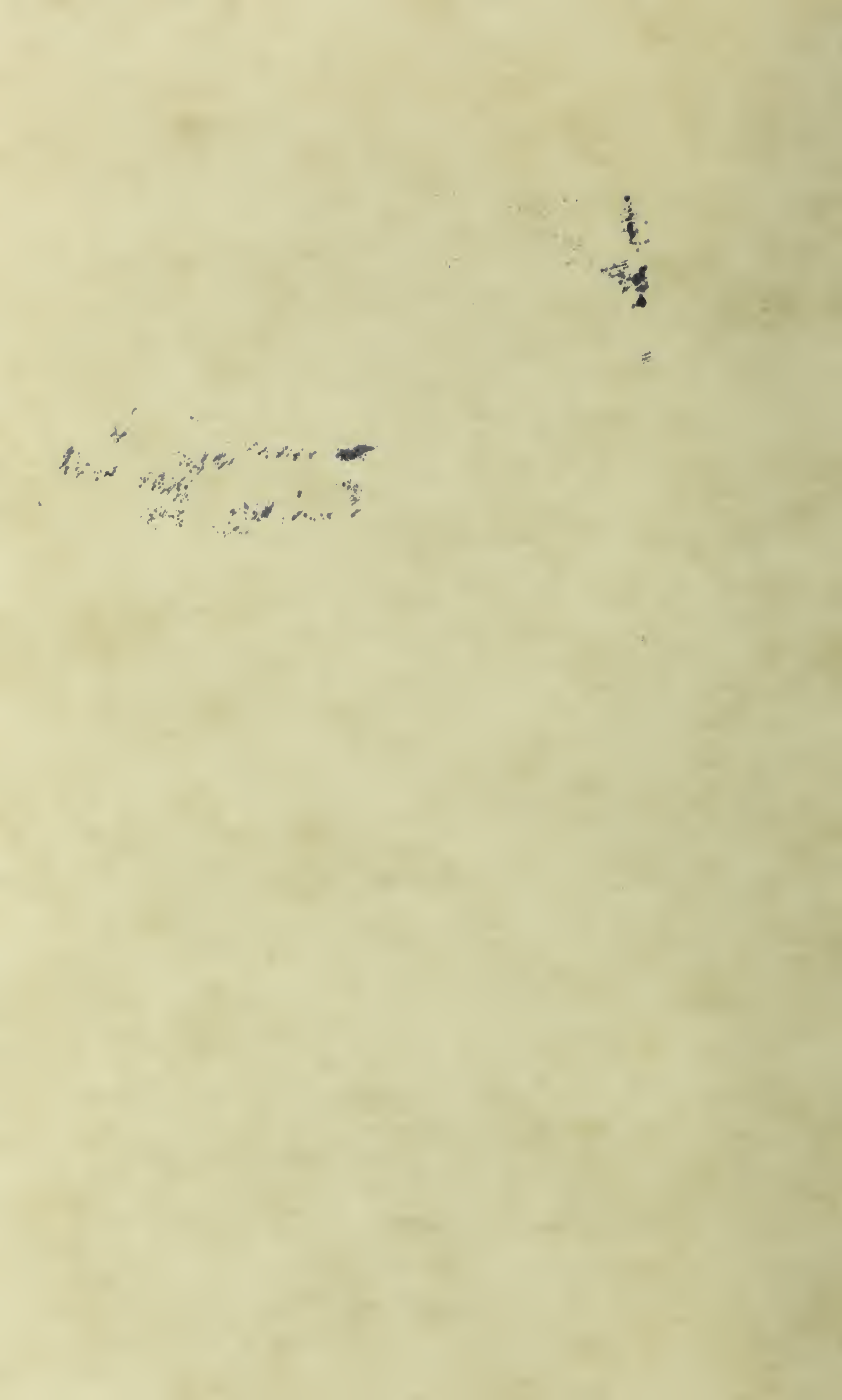
 OYEN

NOGLE BEMERKNINGER OM RA-PERIODEN I NORGE





SÆRTRYK AV 2DET BIND

AV

NORSK GEOLOGISK TIDSSKRIFT



KRISTIANIA

A. W. BRØGGERS BOKTRYKKERI

NOGLE BEMERKNINGER OM RA-PERIODEN I NORGE

AF

P. A. ØYEN

SEPARATAVTRYK AV
NORSK GEOLOGISK TIDSSKRIFT,
BIND II, NO. 7. — UTGIT AV
NORSK GEOLOGISK FORENING.

KRISTIANIA 1911

A. W. BRØGGERS BOGTRYKKERI.


[redacted]

Nogle bemerkninger om ra-perioden i Norge

Af

P. A. Øyen.

Det saakaldte *ra* er egentlig sammenfatningen af en hel del *raer*, der grupperer sig om to hovedlinjer, en paa hver side av Kristianiafjorden, den ene fra Moss til Femsjø, paa østsiden, og den anden fra Horten til Helgeraaen, paa vestsiden. Kjendskabet til disse raer er paa det nøieste sammenknyttet med udviklingen af det kvartærgeologiske studium i vort land.

Vi ved, at Hutton og Playfair for over et aarhundrede siden udtalte, at ved isbræernes transporterende evne „huge fragments of rock may have been carried to a great distance“ [1]). Ligeledes kjender vi nu til, hvilken betydelig rolle schweizerbonden Jean-Pierre Perraudin fra 1818 har havt for den videre udvikling af bræstudiet [2]). Ved en tidligere anledning [3]) har jeg søgt at give en fremstilling af Esmarks betydning for lignende studier i vort land og vil her kunde minde om hans udtalelse: „jeg troer saaledes tilstrækkelig at have beviist, at de norske fjelde have været indhyllede i iis lige ned til havet, og at, som en følge deraf, havet selv maa have været et iishav“ [4]). Esmarks tanke vandt, som vi ved, ikke oprindelig gehør i vort eget land.

Keilhau svingede mellem rullestensflom og havvirkning til at forklare de løse massers dannelse, og brævirkningen blev ham altid mere lokal [5]), eller han blev skeptiker ligeoverfor enhver mere generel forklaring, saaledes som han selv har udtrykt det: „lader os da vogte os for lysten til at bygge theorier, og det fremforalt der, hvor udsigten til dermed at træffe det rette er saa liden som i nærværende tilfælde, hvor de derimod saa let kunne bringe skade, og hvor de ovenikjøbet slet ikke ere nødvendige" [6]).

Imidlertid bør vi mærke os enkelte hovedtræk i den glaciale theories udvikling for rigtig at forstaa udviklingen for vort eget lands vedkommende. Forbes fremhævede den betydning som Playfair, Venetz og De Charpentier [7]) havde havt. Imidlertid ved vi, at Agassiz allerede havde givet stødet til antagelsen af tidligere eksisterende bræer i Skotland [8]), og at han til og med havde udtalt, at „the existence of glaciers in Scotland at early periods can no longer be doubted" [9]) og videre omtalt „— — — großen Gletschern, welche von Schweden her gegen Deutschland vorrückten" [10]). I de nærmest følgende aar reiser saa striden mellem Durocher og Ch. Martins sig; thi efterat Durocher havde skrevet om „phénomènes erratiques de la Scandinavie" [11]), svarede Ch. Martins med „reponse aux objections de M. Durocher contre l'ancienne extention des glaciers de la Scandinavie" [12]), og her former han sine udtalelser i endel mere bestemte satser: „1. Les stries rectilignes observées en Norvége — — — ont été burinées par des glaciers. 2. Les canaux sinneux — — — sur le rivage des îles du golfe de Christiania, sont dus au ressac de la mer. 3. Le parallélisme entre les canaux sinneux des îles et les stries rectilignes du continent n'existe pas. 4. Les dépôts de sable stratifies avec blocs anguleux — — — sont des fonds de lacs ou de courants barrés par des glaciers

et presentant çà et là des moraines intactes on remaniées par les eaux. 5. Les osars sont dus à l'action mixte d'un glaciers et des courants auxquels sa fusion a donné naissance" [13]).

Omtrent paa denne tid fandt J. Th. Rørdam „umiskjendelige spor af to af hinanden fuldkommen uafhængige sæt skuringsmærker aabenbare sig paa en mængde punkter — — — disse to sæt tilhøre to i alder forskjellige skuringssystemer", nemlig det „sydøstlige" og det „sydvestlige", men han opkaster ogsaa det spørgsmaal „eksisterer der virkelig et tredie sæt frictionsstriber?" [14]). Dette besvarer han saa ved en senere anledning med, at „foruden hovedstrøget forekommer der to afvigende sæt frictionsmærker — — — fjeldryggenes længderetning følger i almindelighed hovedstrøget, der jo ogsaa er at betragte som resultanten af alle disse bevægelsesretninger [15]). Han angiver endvidere det sydøstlige sæt som det yngste og det syd til vestlige sæt som det ældste [16]). Rørdams iagttagelser blev jo i sin tid benyttet af Hørbye [17]), og vi ved i, hvilken retning de blev tydet. Men det udarbeidede stribekart har været af grundlæggende betydning ogsaa for senere undersøgelser.

Ligeledes kan det i denne forbindelse have sin interesse at minde om nogle glemte bemerkninger af Weibye fra 1842; han fandt nemlig Jerkholmen sydvest for Arendal bestaaende af løst materiale, for en stor del blokke af „overgangs-territoriets bjergarter", og saavel paa ytre som indre Torungen fandt han en hel del lignende blokke af syenit, porfyr, lerskifer etc. Paa Märdö finder man hyppig lignende blokke, ligesaa paa Havsø, Tromlingerne og langs hele Tromøens sydside. Særlig interessant er hans beskrivelse af Maalen, der i sin helhed bestaar af løse blokke. Man finder ikke disse hvilende paa fast fjeld og heller ikke

mellemrummene udfyldt af finere materiale; uagtet dette forhold gjør, at øen ofte forandrer sin form, idet den snart er delt i flere dele, snart er sammenhængende og snart har sit høieste punkt til den ene side, snart til den anden, saa beholder den dog efter lodsernes udsagn sin beliggenhed. I klart og stille veir kan man se disse blokkesamlinger paa flere favnes dyb fortsætte med svag heldning udover, og kun paa den nordlige side har de et støttepunkt i et lidet skjær, der ligger omtrent en 2—3 favne fra Maalen selv. Og han tegner flere profiler, hvorefter Maalen 1839 viste sig nær som en sammenhængende holme, i 1842 derimod tydelig opdelt i to dele og i 1837 endog i tre dele [18]). Senere er Maalen beskrevet af Sexe, der anser denne rullestensbanke som en rest af en gammel moræne (15/2 1867) [19]), og Vogt, der anser den som tilhørende Hortensraet [20]). Det er atter interessant at se beskrevet saavidt nøiagtig forhold, hvis egentlige sammenhæng blev erkjendt først langt senere.

Førend vi imidlertid følger disse skuringsstribers og rullestensbankers historie videre, skal vi kaste et blik tilbage paa udviklingen af kjendskabet til det af Esmark omtalte „iishav".

Allerede i en „Address to the Geological Society of London" 17/2 1837 omtaler Charles Lyell saavel sine egne som Mr. Smith of Jordan Hill's iagttagelser med hensyn til forekomsten af marine skjæl i forskjellige niveauer inden Clyde-bassinet [21]). Og i 1839 forelaa trykt en afhandling af James Smith of Jordanhill: „On the last Changes in the relative Levels of the Land and Sea in the British Islands" [22]), og tillige hjulpet at Mr. Gray ved British Museum er Smith her kommet til det resultat, at den undersøgte fauna i Clyde-bassinet vidner om tidligere koldere, ja til og med arktisk klimat inden dette distrikt [23]). Naar derfor Lovén i december 1839 fremlagde i Vetenskapsakademien (Stock-

holm, resultatet af sine undersøgelser angaaende den arktiske fauna og paaviste dennes større udbredelse i tidligere tider, saa kan man vistnok herom bruge udtrykket, at „detta är en af Lovéns vigtiga och beståndande eröfringar åt vetenskapen“, men man kan, som vi nu ligeovenfor har seet, ikke sige, at fortjenesten heraf er „hans och ingen annans“ [24]. Men det har dog sin store interesse i denne forbindelse at merke sig de ord, hvormed Lovén selv omtaler denne opdagelse: „det har nämligen varit en tid, då en högnordisk Molluskfauna rådde äfven vid våra sydligaste kuster. Den iagttagelse jag i december 1839 inför K. Akademien anmälts, att de forssila skaldjur, som utefter vår västra kust på många ställen finnas lagrade högt öfver hafvets nuvarande niveau, antyda, för den period de lefde, ett högnordiskt Klimat, har blifvit, hos oss och utomlands, förnyad och vidare utförd“ [25]. Men af endnu større interesse er i dette tilfælde fortsættelsen: „— — — den stora isen — — — i dalarna sköto öfver allt dess armar ned mot hafvet såsom jöklar, hvilka skredo ned till den dåvarande hafsstranden. — — — Den hittills öfver hafvet höjda jordytan sjönk småningom till betydlig del ned därunder, hafvet närmade sig och steg upp, stranden, dittills aflägsen, flyttades efter hand högre, och jöklarna smälte långsamt. — — — Sjunkningen fortfor, jöklarne smälte ned och deras armar drogo sig tillbaka uppåt dalarna — — — deras kvarlämnade jökelgärden (moräner) träffas ännu mångenstädes. Jens Esmark såg i trakter af Norge, där man numera först vid två till tre tusen fots højd, och mot nordost, finner spridda snömassor perennera, gamla jökelgärden af väldig storlek spänna öfver dalen nära hafvets yta, och iakttog huru dalens såla blifvit hålkad och sidorna skurade och slipade af den längesedan försvunna jökeln“ [26]. Selv gav Lovén en noget fyldigere fremstilling af disse eiendom-

melige faunistiske forhold $^{14}/_{10}$ 1846[27]. Men det egentlig epokegjørende arbeide er her EDVARD FORBES: „On the Connexion between the Distribution of the existing Fauna and Flora of the British Isles, and the Geological Changes which have affected their area especially during the epoch of the Northern Drift“ [28].

Vi ser saaledes, at for Nordvesteuropas vedkommende vinder henimod midten af det nittende aarhundrede glacialtheorien efterhaanden et sikkert fodfæste, grundet saavel paa fysisk-geografiske og geologiske iagttagelser som paa biologiske Vi ved, at SEFSTRÖMS flomtheori[29] i længere tid hindrede dens almindelige antagelse for Skandinaviens vedkommende. I sin almindelighed ved vi, at i endnu et kvart aarhundrede formaaede LYELLS drift-hypothese at være en sterk skranke for den fri udvikling og vekst af den glaciale forskning.

I 1851 besøgtes vort land af den bekjendte alpeforsker JAMES FORBES, der udtaler sin fulde tilslutning til ESMARKS anskuelse, og han omtaler skuringen paa fjeldgrunden som „strikingly impressive“ og betegner Sognefjorden som „the natural outlet of an icy flood drawn from a more extensive origin than any other existing in the north of Europe“ [30].

Midten af det nittende aarhundrede bragte imidlertid resultatet af endel undersøgelser, der blev epokegjørende for den videre udvikling af glacialforskningen. Det var RINKS undersøgelser paa Grønland.

Den store ismasse, der dækkede Grønlands indre og strakte sig helt ud til kysten, betegnedes i 1851 efter JAP. STEENSTRUPS raad af RINK som „indlandsisen“ [31], en betegnelse, der har vundet hævd, og aaret efter utkom hans arbeide „Om den geographiske beskaffenhed af de danske handelsdistrikter i Nordgrønland“ [32], hvis betydning man vistnok vanskelig kan overvurdere, naar studiet gjælder istidsfænome-

net, men som Rink selv ved en senere anledning siger: „theorien var paa den tid, da jeg befattede mig med geologiske undersøgelser, endnu i sin første udvikling“ [33]) Men vi ser, at der fra nu af finder en rask udvikling af den glaciale theori sted.

Allerede i 1853 adskilte Chambers „moraine-matter“, som dannet af bræer, og „ösar“, som afsat under vand, og optrækker for Skandinaviens vedkommende grænselinjen mellem disse afleiringer [34]). I svenska Vetenskapsakademiens møde 9/1 1856 meddelte Erdmann indholdet af en af Hampus von Post indleveret afhandling „Om sandåsen vid Köping“ [35]), hvori beskrives „Kross-stens-lagret“ som „en utan ordning sammanbragt massa af skarpkantiga, alldeles icke rundade eller ens kantstötta, bergartstycken, omgifne af eller sammanpackade tillhopa med ett mycket glimmerrikt flisigt grus eller en med gula sanden snarlik sandart eller på andra ställen en gråaktig lerblandad sand“, og hid henføres da ogsaa „de større flyttblock“ [36]). Denne nøiagtige beskrivelse af en bundmoræne kan betragtes som en forløber for samme forskers meddelelse „Om Kross-stens-bäddar i Skedvi socken“ 12/11 samme aar. Hampus von Post siger her, at disse „endast kunna förklaras uppkomne genom glacierers medverkan, ock hvilka derföre torde kunna tjena såsom faktiska bevis för glaciertheoriens följdriktiga användning vid några af vort lands yngsta aflägringars bildningshistoria“ [37]). I et brev fra Island 15/7 1857 til Lovén siger Torell: „har jag ej sett moräner, så var det något som jag tror är svårt at skilja derifrån“ [38]). I 1857 udgav ogsaa Erdmann: „Geologisk karta öfver Fyris Åns Dalbäcken upprättad år 1856“, og i den ledsagende beskrivelse omtaler han bundmorænen, bekræfter von Posts iagttagelser og anser den ligesom han dannet ved bræer [39]). Det er denne kartbladspublikation, ogsaa Kjerulf har brugt som

forbillede og lagt til grund ved sine første undersøgelser af vort lands kvartære afsætninger. Ved et par tidligere anledninger har jeg berørt spørgsmaalet om Kjerulfs stilling til istidsforskningen[40, 41]) i vort land, hvorfor jeg her kun ganske kort skal berøre enkelte, som det synes, mindre paaagtede forhold.

Kjerulf fortæller os selv, naar han sluttede sig til „glacialtheorien“: „jeg har siden 1858 sluttet mig til dem, som ansaa hine ting for mærker efter landisens virkning“[42]). Kjerulf havde vistnok i slutningen af femtiaarene og begyndelsen af sekstiaarene betydelig fortjeneste af at slutte sig til nævnte retning og bidrog ved sit arbeide i den geologiske undersøgelse i høi grad til, at vore istidsafsætninger blev medtaget ved den almindelige kartlægning. Men den gamle flomtheori havde dog endnu sine tilhængere, som vi kan se i et endnu opbevaret manuskript[43]), hvori Rørdam paany giver en række værdifulde iagttagelser over skuringsmærkernes forløb i landets sydlige og sydvestlige del. Og det tør nok hænde, at Kjerulfs betydning for udviklingen af den skandinaviske kvartærforskning er blevet ret meget overvurderet af hans samtidige, som vi f. eks. faar et godt indtryk af ved at læse Zittels opsats om „Neuere Forschungen über Eiszeit“[44]).

Der var nemlig nu udkommet et andet, i omfang lidet, men ellers betydningsfuldt arbeide[45]), nemlig vaaren 1859, et arbeide som forfatteren selv angiver som udgivet 1858[46]). Torell fortsatte her det tidligere af Esmark, hvis iagttagelser han omtaler paa et par steder[47]). Smith, Lovén og Forbes paabegyndte arbeide, og særlig rustet, som han var hertil, saavel ved sine mange reiser som ved sin zoologiske uddannelse, var det, hvad man kunde vente, at han inden dette omraade kom til at øve betydelig ind-

flydelse. Man maaler vistnok ikke denne med hans skrifters omfang.

Imidlertid offentliggjorde KJERULF 1858 en afhandling: „Om jordbundens beskaffenhed i en del af Romeriget og Aker", ledsaget af et kart, hvor da ogsaa en del „glacialmasser" er afsat[48]). Derpaa fulgte det af SARS og KJERULF udgivne, vigtige arbeide, der danner indledningen til en ny periode ogsaa i den norske kvartærforskning[49]), idet her den geologiske og faunistiske undersøgelse gaar haand i haand efter de brittiske geologers mønster. Allerede KEILHAU gav en fortrinlig skildring af Smaalensraet[50]), hvis oprindelse han forestiller sig „omtrent saaledes som vi med LYELL antage om Sverigs åsar, ere dannede under en bedækning av havet ved en strømning langs kysten"[51]). Det er derfor et betydeligt fremskridt, at nu saavel Smaalensraet som Jarlsbergraet, hvilket sidste endog efter TELLEF DAHLL's optegnelser blev fulgt som en submarin banke over Jomfruland til Tromøen ved Arendal[52]), betegnes som „glacialbanker, resulterende af landisens bevægelse udad mod kysten, hvor i havlinien det oprindeligt vistnok mægtigere og helt igjennem ulagede materiale grebes af havvandet og derved blev omlaget i huden. Om de store øverst liggende blokke antage vi da fremdeles med LYELL, at de ere de strandede isflags varsomt deponerede ladning"[53]), og paa det vedføiede kart, der bærer aarstallet 1859, findes da saavel disse raer som endel længere inde i landet liggende moræner afsat. Den efterfulgtes saa af en „Beskrivelse over jordbunden i Ringeriget", hvor KJERULF siger med hensyn til istiden, at han troede at kunne forene sine „egne undersøgelsers resultat med de overmaade mange undersøgeres theorier om denne gjenstand"[54]). Samme aar fulgte saa KJERULFS „Beskrivelse over jordbunden i Hedemarkens sorenskriverier og Totens thinglag", hvor vi særlig

skal fæste vor opmerksomhed ved HEYERDAHL's angivelse af „lermergel ved gaarden Rør i Ringsaker, som dybt liggende og skjult af grus“ [55]). Naar vi derfor nu kjender udviklingens gang, indser vi ogsaa grunden til TORELL's udtalelse „om de geologiska forskningarne i Norge“: „iakttagelser over den postpliocene eller glaciale formation i endel af det sydlige Norge, ved M. SARS og TH. KJERULF, uti hvilken KJERULF, föranledd af de af v. POST i Sverige gjorda undersøkningar, påvisar spåren uti Norge efter istiden“ [56]), og videre: „resultaterna af dessa undersøkningar öfverensstämma fullständigt med de i Sverige under de sista 10 åren vunna och behöfva derföre endast omnämnas“ [57]).

Paa „geologisk kart over det søndenfjeldske Norge 1858—1865“ ved KJERULF og DAHLL finder man saavel raerne som en hel række andre moræner indlagt, „jøkelgjærder samt ra“ [58]). Men naar KJERULF, skjønt han selv fremhæver, at i Norge er de lange rækker af moræner kartlagte „siden september 1858“ [59]), alligevel ikke har kunnet hævde sin stilling inden den nordeuropæiske glacialforskning, saa maa vistnok dette have sine særlige grunde, og disse er vistnok ikke saa fjerntliggende, som man ofte er vant til at tænke sig. Thi endskjønt KJERULF hævdede indlandsisens tilstedeværelse paa den skandinaviske halvø, saa møder vi ham som tilhænger af LYELLS drift-theori for de tilgrænsende egnes vedkommende, England, Danmark, Tyskland og Rusland [60] [61]). Og endnu i 1878 finder man med hensyn paa de her nævnte forhold KJERULF komme med følgende merkelige udtalelse: „is-strømmene eller isflagene — det kommer an på hvad man herom kan bevise — — — —“ [62]). Men dette var længe efter, at TORELL, og før ham mange andre, havde udtalt anskuelsen om fast landis helt til Tyskland [63]). ja selv længe efter at TORELL $^{3}/_{11}$ 1875

havde holdt sit bekjendte foredrag[64]), om hvilket Zittel udtaler: „Torell gebührt das Verdienst, durch einen überzeugenden Vortrag in der deutschen geologischen Gesellschaft am 3. November 1875 Norddeutschland vom Bann einer Lehrmeinung befreit zu haben, die mehrere Dezennien hindurch jeden Fortschritt in der Diluvialgeologie hintan gehalten hatte“[65]). Naar vi saa erindrer Kjerulf's modstand mod theorien om en glacialerosion og hans anskuelse om landpladens bevægelsesforhold samt hans vistnok meget beskedne indblik i istidens, særlig istidshavets biologiske forhold, saa vil det ikke forundre, at han blev staaende temmelig uforstaaende lige over for de nye strømninger inden den glacialgeologiske og kvartærgeologiske forskning, og at ligeledes den nyere tids forskere er blevet staaende ham fjernere. Selv synes han at have søgt et vigtigt tilknytningspunkt i Rinks undersøgelser paa Grønland[66]). Og han har vistnok havt en sterk følelse af vegten i Torell's anskuelse, thi han taler om Torell's „rige erfaring“ allerede fra 1857 og om hans „indsigt i det arktiske havs fauna“, og der ligger vistnok meget gjemt bag de ord: „det synes, som om Otto Torell's forskninger have begyndt at løfte paa sløret — — — vi maa skjænke de af ham opstillede anskuelser fortrinlig opmærksomhed“[67]). Der kræves her ingen komentar, og vi tør have vundet et ganske godt indblik i den historiske udvikling af kjendskabet til denne del af vor kvartærhistorie. Vi kan derfor nu gaa over til betragtningen af de fænomener, der er paa det nøieste sammenknyttede med den tid, der i foreliggende tilfælde nærmest skulde være gjenstand for nogle spredte bemerkninger.

Smaalensraet er temmelig udførlig beskrevet allerede af Keilhau[68]). I denne forbindelse skal vi minde om føl-

gende: „banken ved Ør-søen er endelig ogsaa en ganske analog dannelse; men den ligger lidet udenfor den af raerne fulgte linie, nemlig lidt sydostligere, saa at den maaskee ikke hører just til disses række. Dog kan det ogsaa gjerne være, at hiin linie her blot har erholdt et sydligere løb“ [69]. KJERULF beskrev raerne saavel paa vestsiden som østsiden af Kristianiafjorden [70]), og vi bor merke os, at han omtaler „mindre banker“ ved „Tjolling kirke“ [71]), men raet er dog paa begge sider af fjorden repræsenteret ved en enkelt linie [72]). DAHLL havde noteret fortsættelsen fra Helgeraaen mod sydvest over Mølen, Jomfruland og Tromlingen forbundet med en submarin banke [73]). Disse submarine banker mellem Jomfruland og Tromøen fremhæves ogsaa af MÜLLER som en fortsættelse af den førstnævnte ø [74]). Hvad vi imidlertid i denne forbindelse bør særskilt fæste opmerksomheden ved, er KJERULF's i det foregaaende anførte udtalelse [75]). Den helt enkelte ra-linje fremhæves ogsaa senere [76]). Bekjendt er KJERULF's udtalelse blevet: i 1860 en „række helt nedover til Arendal, liggende i havet“ [77]), i 1879 derimod „vi kan ikke følge fænomenet ud i havet“ [78]). HELLAND gav en udførlig fremstilling af en række forhold vedrørende raerne paa begge sider af Kristianiafjorden [79]), men betragtede dem som en enkelt linje, hvilket pointeres ved rækken „Ørsjø til Vandsjø paa østsiden“ [80]), det samme som KJERULF fremhæver i rækken Moss til Enningdalen [81]). Og overensstemmende med denne anskuelse finder man ogsaa en senere populær fremstilling af det smaalenske ra [82]).

Imidlertid trak DE GEER omtrent paa denne tid den forbindelse mellem de norske raer, de mellemsvenske endemoræner og den finske Salpausselkä og gjorde gjeldende den opfatning af disse dannelsers geologiske betydning, som i længere tid traadte hindrende iveien for en mere naturlig erkjendelse af disse fænomeners egentlige sammenhæng [83]).

Her sammenstillede De Geer de tre Venern-moræner med Moss-moræuen samt søndre og nordre Drøbaksmoræne. Og den samme anskuelse udviklede han saa mere bestemt ved flere senere anledninger [84, 85]. Vogt som allerede ved et par tidligere anledninger [86, 87]) havde streifet enkelte forhold vedrørende raet i omegnen af Fredrikshald, sammenknyttede i en mere udførlig, om end temmelig populær, fremstilling de „norsk-finske endemoræner“ efter De Geer's eksempel [88]. De finske geologer knytter moræuerne sammen paa lignende maade og skiller sig kun ud ved betragtningen af deres alder, derfor kan ogsaa Sieger i sit referat af de forskjellige forskeres arbeider udtale: „als gesichertes Ergebnis dieser Arbeiten darf man die Feststellung einer zusammenhängenden Endmoräne von Kristianiafjord bis in den Nordosten Finlands hervorheben, die wahrscheinlich die äusserste Grenze der jüngsten Vergletscherung darstellt“ [89]), og Keilhack udtaler derfor med hensyn til raet: „er stellt eine Episode während des Rückganges der zweiten Vergletscherung dar (ist also dem baltischen Endmoränenzuge Norddeutschlands gleichwertig“) [90]). Helland omtaler ogsaa væsentlig kun „det store ra“ [91]), men tilføier dog: „foruden dette store ra gives der i Jarlsberg og Larviks amt ogsaa flere mindre moræner, som den, hvorpaa Tjølling kirke ligger, moræuerne i Sandedalen — — — stor moræne ved Svelvik“ [92]). Brøgger nedtegner i 1897 foruden det enkelte, store ra kun Eidangermoræuen [93]). Upham omtaler i 1898 „the more northern moraine which crosses the Wetter and Wener — — — and the moraines of Finland; but these belong — — — to a later recessional stage than — — — the Baltic ridge“ [94]). Foruden det enkelte store ra „Mosseraet“ og „Hortensraet“ [95]) nedtegner Brøgger i 1900—1901 kun en liden moræne i Onsø udenfor raet [96]). I 1910 udkom „Studier öfver de medelsvenska ändmoränerna“ af

AHLMANN [97]), og idet han flere steder henviser til „prof. DE GEERS metod“ [98]), er der vistnok ikke tvil om overensstemmelsen i opfatning mellem disse to forskere, som det ogsaa fremgaar af DE GEERS: „Södra Sverige i senglacial tid, öfversiktskarta, 1910.“ AHLMANN udtaler: „Som bekannt utgöres den norsk-svensk-finska israndlinjen i Norge af det s. k. raet och de 25 km. N. därom liggande Svelvik-Åsmoränorna, som bestå af två parallella ryggar, hvilka i V nära Kristianiafjorden endast befinna sig 3—4 km. från hvarandra under det afståndet längre mot O blir större. I närheten af Kristiania uppträder till slut ett tredje strök“ [99]), og videre fortsætter han: „den sydligaste, motsvarande raet i Norge, uppträder vid Norra Kornsjön och de båda andra vid S. Boksjöns S ände. De senares omedelbara fortsättning i Norge är ej närmare känd, men parallelliseringen med Svelvik-Åsmoränerna torde dock vara säker“ [100]). Paa denne maade maa ogsaa tydes den lille „Kartskisse av randmoræner“ [101]), som forsommeren 1909 af „Norsk geologisk forening“ blev forelagt for de danske geologers ekskursion til Kristianiatrakten, hvilken fremstilling senere gjenfindes hos BJØRLYKKE [102]). Dermed har vi fulgt den historiske udvikling op til vor egen tid.

Vi skal imidlertid se, at forholdet mellem de her omhandlede moræner er et helt andet end ovenfor fremstillet. Allerede forsommeren 1897 havde jeg anledning til at undersøge de topografiske forhold ved dobbelttrinnet Aas-Skimoræuen temmelig indgaaende, men paa grund af manglende snit blev udredningen af de stratigrafiske forhold meget ufuldstændig. Somrene 1903 og 1904 fortsattes disse undersøgelser mod øst og nord. I de foregaaende aar havde jeg ogsaa fra 1898 af havt anledning til at undersøge forholdene saavel vest som øst for Kristianiafjordens ydre del. Og disse undersøgelser har jeg, naar leilighed

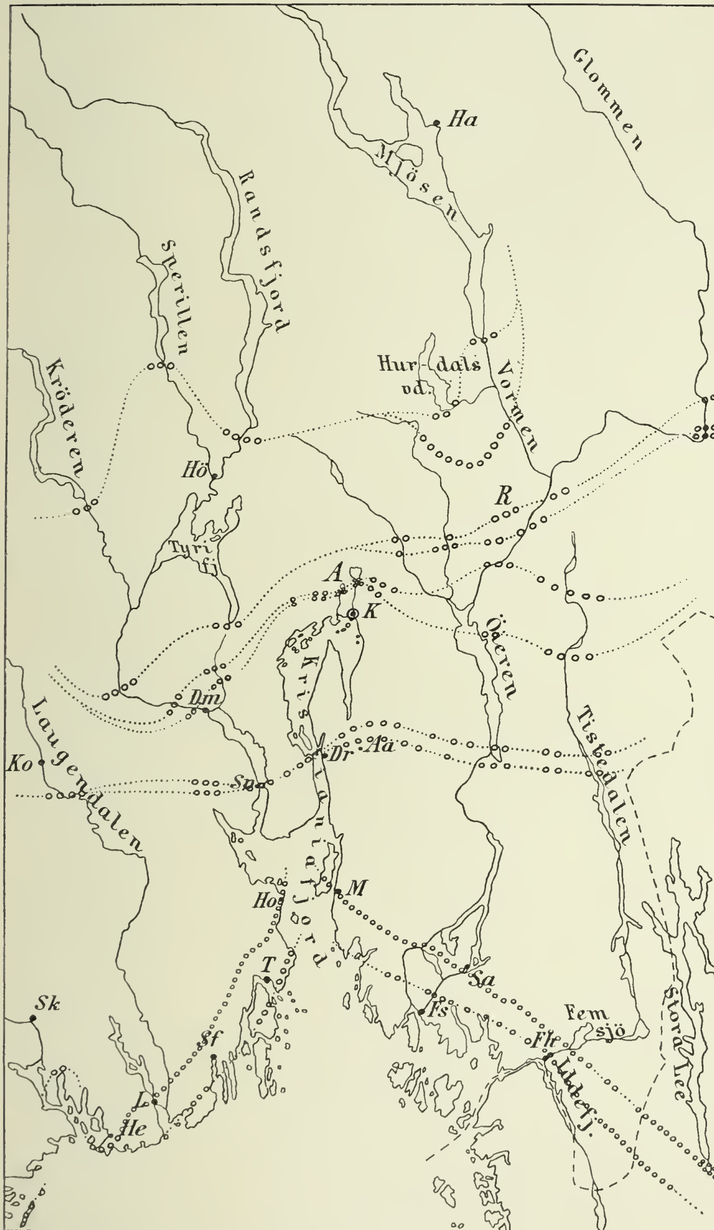


Fig. 1. Moraenekart, Kristianiafjord—Mjøsen, maalestok $\frac{1}{1312500}$.

dertil gaves, fortsat indtil sidste aar. Foreløbige meddelelser om resultaterne af disse undersøgelser har jeg foruden i mine forelæsninger ved universitetet givet ved flere anledninger [103, 104, 105]). En oversigt over udbredelsen av endemoræner i den sydøstlige del af vort land, saaledes som jeg efterhaanden ved disse undersøgelser har fundet den, er fremstillet i vedføiede skisse (fig. 1, pag. 17).

Det vilde blive for vidtløftig ved denne anledning at beskrive de enkelte forekomster af endemoræner, randmoræner, blokkestrøg og omlagrede terrasser. Men vi skal fæste opmerksomheden ved deres temmelig vide og sammenhængende udbredelse.

Vi ser her fem store trin: Ra-, Aas-, Aker- og Romerik-trinnet, samt tilslut, foran de store østlandske sjøer, *Portlandia*-niveauets trin. De fire førstnævnte henregner vi til den egentlige *Ra-periode.* Et paafaldende træk er den for samtlige trin fælles tvedeling, hvad jeg tidligere betegnede som disse endemoræners dichotomi. Nok et andet fremtrædende træk har de tilfælles, nemlig deres karakter som oscillationsmoræner. Dette er for de fire ovennævnte til Ra-perioden hørende trin skematisk fremstillet i fig. 2.

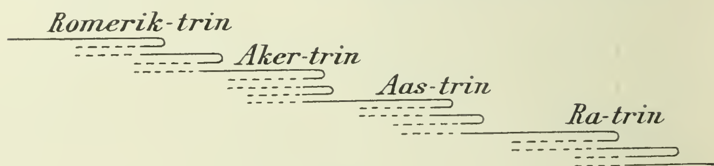


Fig. 2.

Men denne tvedeling er ikke begrænset til en saadan kun *enkelt* gjennemført, idet den ogsaa viser sig *gjentagende.* Et par eksempler vil belyse dette.

Som vi ser af kartet, er jo det store Smaalens-ra og det store Jarsberg-ra udpræget tvedelt. Der hvor den indre række af dette sidste ved Helgeraaen forlader fastlandet, kan man endnu paa Aamlirogn. en ø utenfor, følge denne

i en stor bue, der bøier sig indad fjorden, som en stor udpræget moræne, tildels en blokkemoræne med indtil syv meter store blokke, men her tydelig tvedelt. Om vi tager for os Smaalensraets tilsvarende række finder vi det samme fænomen ved søndre Boksjø, hvor man ved den sydlige ende finder ogsaa den udpræget tvedelt, og ved det bekjendte Dals Ed er forholdet helt tilsvarende. Og vi finder det i endnu mere udpræget grad igjen, om vi gaar endnu længere mod sydvest, til strøget mellem Venern og Vettern hvor vi gjenfinder det ydre af disse led som udad konvekst og tvedelt i Møltorp—Nassja-leddet og det indre som indad konvergerende ved Motala og nord for Karlsborg, men paa dette sidste sted igjen opløst i to forskjellige serier, Vaberg-serien og Forsvik-serien, som min ven, statsgeologen HEDSTRØM i sin tid gav en udmerket fremstilling af[106]).

Det er imidlertid ikke blot den indre række af det store Jarlsberg-Smaalens-ra, som viser denne tvedelte eller dichotome karakter; man gjenfinder det samme træk ogsaa ved den ydre række. Vi skal lade os nøie med et enkelt eksempel. Denne række som jeg i forbigaaende har nævnt ved en tidligere anledning[107]) kan følges temmelig godt gjennem Jarlsberg og nær sammenhængende gjennem Onsø, Borge, Skjeberg og Berg. Videre har man smaa rester i Tistedalens dalføre tæt ved Fredrikshald. Gjennem Id finder man flere steder rester af fortsættelsen, indtil henimod Bøkleven og forbi Herrebøkasen til Aspedammen denne bliver mere sammenhængende. Fra Aspedammen til Prestebakke har man en udpræget morænelinje, hvor man paa sine steder har vakre morænelandskaber; vi kunde nævne Rindene, Lundene, Ekeli, Frydenberg og Albæk. Prestebakke med moræne, terrasse og morænesjø, Ørsjø, sees ogsaa af dem, som kun reiser med jernbane. Videre følger man morænelandskabet mod sydøst, snart som typiske ende-

moræner og snart som blokkestrøg. Vakkert f. eks. ved Doktorsæter, hvorefter man ogsaa tildels ser en deling af moræ nen, og ved Lyseren et miniaturbillede af forholdene ved store og lille Le med tvedelt moræne. Videre vakkert morænelandskab forbi Moen hen mod Kornsjø. Her er forholdene meget interessante. Ved den nordlige ende af Kornsjø undersøgtes seks holmer fra nord mod syd, tre paa den norske og tre paa den svenske side af grænsen. Der saaes flere steder skuring med striber og furer lodret paa morænestrøget. Paa den første, nordligste holme hævede to moræ nerækker sig til en høide af 8—10 m. o. sjøen. Noget sydvest for denne havde man den anden, en liden klippeholme med lidt græsbedækning. Syd og sydøst herfor kom saa den tredje, noget større holme, hvor man i den nordlige del havde morænelandskab med blokkestrøet strand. Øst og nordøst for denne ligger paa den svenske side af grænsen tre smaa holmer, der paa det geologiske kartblad, „Strømstad“, samtlige er afsat som bestaaende af grundfjeld. Paa de to sydlige af disse var intet spor af fast fjeld at opdage, idet de i sin helhed bestod af morænemateriale med blokke og lerblandet grus og saaledes dannede en forbindelse mellem den sydligste af de ovenfor beskrevne holmer og fastlandet i øst, hvor morænen i en halvø stikker ud i Kornsjø. Den tredje, nordlige, af de paa svensk side undersøgte holmer bestod ogsaa for størsteparten af morænemateriale, kun paa den ene side lidt fast fjeld; den føier sig saaledes ind som et forbindelsesled i den nordlige, her optrædende morænelinje. Den gjentagne tvedeling af morænen, som vi saaledes har fundet her ved Kornsjø, kan ogsaa paa sine steder spores videre mod sydøst, mellem Kornsjø og Skottsjø.

Vi har nu fundet forbindelsen med det mellemsvenske morænesystem, om end paa en helt anden maade end

af Ahlmann og De Geer fremstillet. Hvad vi imidlertid bør lægge særskilt merke til, er den sterkt fremtrædende deling eller spredning i moræenelandskabet, som finder sted mod øst og særlig træder saa sterkt frem i strøget mellem Venern og Vettern. Naar jeg saaledes ovenfor paralleliserede Vaberg- og Forsvik-serien med de to moræneled ved Dals Ed, saa maa dette efter de nyeste svenske undersøgelser endnu betragtes som et aabent spørsmaal, da spredningen endnu ikke kan siges helt opklaret ved den hidtil stedfundne kartlægning.

Vi ser saaledes nu, at det af de svenske geologer som mellemrum mellem Ra-trinnet og Aas-trinnet betragtede terræn i virkeligheden svarer til det, der befinder sig mellem de to afdelinger af Ra-trinnet. Vi kommer derfor ogsaa til at betragte paa en noget anden maade AHLMANN's udtalelse, at der nemlig falder „95—125 år på den tid som åtgått för isen att bilda den nordliga linjen af de medelsvenska ändmoränerna, den som i Norge motsvarar Svelvik-Åsmoræenen — — — de öfriga, som förefunnits mellan den sydligaste och nordligaste, ingå i de 95—125 åren“ [108]). Denne tidsangivelse maatte saaledes i ethvert fald referere sig til intervallet mellem de to afdelinger af Ra-trinnet. Tager vi saa den 4—5 gange større afstand mellem Ra-trin og Aas-trin end mellem de to afdelinger af Ra-trinnet i betragtning, skulde vi efter „prof. DE GEERS metod“ faa et helt andet tidsmaal, og ved at fortsætte paa den maade kunde vi muligens være berettiget til at forøge DE GEERS angivelse af 12000 aar [109]), siden isen begyndte at trække sig væk fra den sydlige del af den skandinaviske halvø, til det 4—5 dobbelte. At værdien af en saadan tidsangivelse ikke vilde være synderlig stor, er paa forhaand indlysende. For at faa en paalidelig, geologisk tidsregning maa vi vistnok søge et helt andet udgangspunkt.

Det er allerede fra gammelt af, gjennem KEILHAU's beskrivelse, bekjendt, at Jomfrulands grusmasser hviler paa ler[110], og herfra angav BRØGGER forekomsten af *Portlandia arctica* GRAY, *Nucula tenuis* MONT. *var. expansa* REEVE og *Macoma calcaria* CHEMN.[111]) Disse var fundet nær Lykstad, i Tangbugten, ca. 1 m. o. h., paa øens yderside. Men oppe paa øens inderside, henimod en kilometer længere syd, og ikke langt fra høideryggen, har jeg havt anledning til at se et stenet ler med *Portlandia arctica* GRAY dækket af $^1/_2$ m. grus med blokke indtil $^1/_2$ m. tversnit; det fossilførende ler gav her indtryk af at være delvis forstyrret. Og fra et ler- og grustag i raet i Bøkeskogen ved Larvik bragte professor BRØGGER høsten 1906 og dr. ANDR. M. HANSEN sommeren 1908 prøver af blaagraa, stenet og gruset ler indeholdende *Portlandia arctica* GRAY, *Macoma calcaria* CHEMN. og *Saxicava arctica* LIN. BRØGGER angav høiden 45 m. o. h. og HANSEN ca. 40 m. o. h., saa det er utvilsomt samme sted, det her gjælder. Jeg har selv senere besøgt dette snit i raet ved Larvik og skal give en nærmere beskrivelse deraf.

Paa den vedføiede planche er gjengivet et *„snit i raet"*, *Bøkeskogen, Larvik,* efter fotografi $19\frac{1}{10}$ 09. Overfladen laa ved den ret over G staaende gjærdestolpe ifølge 12 aneroidmaalinger 50,1 m. o. h. Ved (V) danner, som det ogsaa fremgaar af fotografiet, det tilgjængelige snit omtrent en ret vinkel, idet snittet tilhøire herfor staar omtrent lodret paa ra-ryggen, men tilvenstre herfor nær parallel med samme. Dette snit viser, at ra-dannelsen ikke er saa enkel, som man ofte forestiller sig.

Længst tilhøire stikker over grusgropets bund (B) ind en tunge eller rettere et parti af graat, noget rødligt morænegrus ($BM_1 = 2$ m.), som hurtig falder af mod grubens bund ret over M_2. Dette morænegrus er meget lerblandet og

indeholder tillige en hel del sten og blokke af mere end $^1/_2$ m. tversnit. Det repræsenterer saaledes en typisk bundmoræne.

Paa den svagt affaldende overflade af (BM_1) finder man saa konformt med denne en zone af 1—$1^1/_4$ m. mægtighed bestaaende af graat, noget rødligt rullestensgrus (M_1R) med endel indtil hovedstore stene iblandet. I materiale, der indeholdt indtil valnødstore stene, foretoges en mekanisk analyse med følgende resultat:

> 2 mm. . . .	340.00 gr.	71.5 %
2 — 1 „ . . .	50.25 „	10.6 „
1 — ½ „ . . .	40.80 „	8.6 „
< ½ „ . . .	44.35 „	9.3 „
Sum	475.40 gr.	100.0 %

Det materiale, som var < ½ mm., var mest fin sand, ganske lidet støvsand og intet lerstof, saa sorteringen viser sig temmelig godt gjennemført.

Mellem L_1 og L_2 stikker sig i grubens bund frem et omtrent metertykt lag, der kiler ud opad tilhøire. Det er fulgt i en længde af vel 12 m. Det bestaar af rødliggraat rullestensgrus med indtil hovedstore stene. I materiale med indtil 15 mm. kornstørrelse gav en mekanisk analyse følgende resultat:

> 2 mm. . . .	160.50 gr.	36.6 %
2 — 1 „ . . .	64.45 „	14.7 „
1 — ½ „ . . .	66.45 „	15.2 „
< ½ „ . . .	147.10 „	33.5 „
Sum	438.50 gr.	100.0 %

Mellem foregaaende afdeling og denne sidste saaes en 2—3 dm. lang og ½—4 dm. tyk uregelmæssig linse af graa

eller blaagraa, sterkt grusblandet ler, som ikke bruser for HCl. Den er paa en vis maade eglignende indesluttet i den ovenfor sidst anførte udkilende zone. En mekanisk analyse af materiale indtil 12 mm. kornstørrelse i det linsen nærmest omgivende skikt af grusblandet sand viste:

> 2 mm. . . .	16.30 gr.	15.9 %
$2 - 1$ „ . . .	11.15 „	10.8 „
$1 - \frac{1}{2}$ „ . . .	20.10 „	19.6 „
$< \frac{1}{2}$ „ . . .	55.25 „	53.7 „
Sum	102.80 gr.	100 0 %

Materiale $< \frac{1}{2}$ mm. viste mest fin sand, ganske lidet støvsand og ligeledes ganske lidet lerstof.

Over afdelingen L_1 L_2 fulgte en noget sammensat afdeling indtil halvanden meter mægtig. Nederst og tilvenstre havde man her en afdeling af $1^1/_2$ m. mægtighed bestaaende af rødliggraat rullestensgrus med indtil hovedstore stene. Det stak paa strækningen YL_1 under grubens bund og kilede tilhøire ud langs linjen R_1R_2. Mekanisk analyse i materiale af indtil valnødstørrelse viste:

> 2 mm. . . .	448.50 gr.	60.6 %
$2 - 1$ „ . . .	81.55 „	11.0 „
$1 - \frac{1}{2}$ „ . . .	96.50 „	13.0 „
$< \frac{1}{2}$ „ . . .	113.80 „	15.4 „
Sum	740.35 gr.	100.0 %

Materiale $< \frac{1}{2}$ mm. viste hovedsagelig fin sand, dertil lidt støvsand og lidt lerstof.

Skiktningen inden denne afdeling var temmelig uregelmæssig, med udkilende skikter. Snart var afdelingen mere sand- og grusblandet, snart mere lerblandet, eller lidt stenblandet. Der viste sig foldning og krusning. Men det

mest eiendommelige træk var, at der hyppig forekom knytnævestore og noget større klumper af grov, blaagraa ler i den rødliggraa sand eller grus. Desuden forekom ikke sjelden i dette en hel del smuldrende kalkrester og hvidt kalksmulder, rimeligvis rester af kridt, da jeg har havt rig anledning til at iagttage lignende i det bekjendte „Glatvedgrus“ i de store kalkgruber ved Glatved (Danmark).

Hvad der kanske er egnet til at paakalde særskilt opmerksomhed er, at det i denne grus- og sandafdeling lykkedes mig at fremfinde nogle faa brudstykker af *Balanus porcatus* da Costa, Darw. i en noget robust, men ikke stor, dog temmelig skarpribbet form af samme type, som jeg ogsaa har beskrevet fra det *Portlandia*-førende ler ved Ytterland (Ørlandet)[112]). Der fandtes ogsaa i samme afdeling endel rester, der rimeligvis skriver sig fra en *Saxicava sp.*, ligeledes rester af en *Macoma sp.*, samt et brudstykke der antyder en *Sipho sp.*

Over denne afdeling kom saa tilhøire en meter-mægtig afsætning af graat, grovt og urent lerblandet rullestensgrus med indtil hovedstore stene ($R_1 R_2 R_3 R_4$). Paa sine steder faar man mere indtryk af en vandbearbeidet bundmoræne. Denne tilvenstre ved R_1 udkilende afdeling viser ligesom den foregaaende en noget uregelmæssig skiktning. Et detailbillede (fig. 3) viser øverst overskylningsgrus, derunder *Portlandia*-førende ler, og nederst rullestensgrus.

Derover fulgte saa en meget interessant afdeling ($Y_1 YR_3 Y_2$) bestaaende af blaagraa moræneler af udseende som en egte bundmoræne af ler, grus og sten i fast sammenkittet tilstand; i enkelte partier viser den en svag brusning for HCl. De indesluttede stene og indtil meter-store blokke er snart noget afrundede og snart ganske skarpkantede og isskurede. Den er temmelig rigt fossilførende. Denne tilhøire ved R_3 udkilende afdeling kan saaledes følges

næsten gjennem det hele snit. I det grove, grusblandede moræneler saaes paa sine steder foldede sand- og gruslag. Der fandtes i denne afdeling rester, mest som brudstykker, af følgende arter:



Fig. 3.

Portlandia arctica Gray i en kort, tyk type, men ikke særdeles stor, var meget almindelig.

Macoma calcaria Chemn. *forma typica* og i den for det *Portlandia*-førende ler almindelige størrelse. Denne art var ogsaa meget almindelig. Den forekom ogsaa til-

dels i en noget liden og tyndskallet varietet, der var noget *torelli*-lignende.

Saxicava sp. forma arctica var mere sjelden, men syntes at repræsentere en forholdsvis stor og tykskallet form.

Det bør ogsaa merkes, at jeg i lerets ydre og noget forstyrrede del fandt et enkelt, lidet brudstykke af umbonalpartiet hos *Mytilus edulis* Lin., som fuldstændig svarer til saadanne, som jeg har fundet recent ved Mehavn (Finmarken). Dette fund kan imidlertid ikke tillægges nogen større betydning, da der under lignende forhold, tilsyneladende omtrent midt i denne afdeling, var fundet en benstump, der af Herluf Winge bestemtes som tilhørende *Bos taurus domest.*

Over denne afdeling fulgte saa en rigt vekslende lagserie (Y_2S) af $1^1/_4$—$1^1/_2$ m. mægtighed af tildels meget tynde skikter, med grovere materiale nederst og øverst, derimod gjennemgaaende finere i midtpartiet. Der findes dog ogsaa i denne afdeling tildels noget grovere materiale, saaledes en vel meter-stor blok. En mekanisk gjennemsnitsanalyse i det graa, noget rødlige materiale af kornstørrelse indtil 15 mm. gav følgende resultat:

$>$ 2 mm.	. . .	11.90 gr.	6.0 %
2 — 1 „	. . .	8.10 „	4.1 „
1 — $\frac{1}{2}$ „	. . .	14.80 „	7.5 „
$<$ $\frac{1}{2}$ „	. . .	163.70 „	82.5 „
	Sum	198.50 gr.	100.1 %

Det $< \frac{1}{2}$ mm. finere materiale bestod væsentlig af fin sand, men ogsaa en del støvsand og lidt lerstof. Af den samme gjennemsnitsprøve udplukkedes imidlertid ogsaa klumper af en graa og rustbrun, fast sammenkittet masse, som væsentlig bestod af støvsand, men ogsaa af endel fin

sand og lersubstans. Dette saaledes udplukkede havde en vegt af 119,20 gr. Sammenstilles dette med foregaaende, faar vi:

Analyseret	198,50 gr.	62,5 %
sammenkittet	119,20 „	37,5 „
Sum	317,7 gr.	100.0 %

Derover kom saa en afsætning af overskylningsgrus (SO) af noget vekslende mægtighed. Der saaes i denne afdeling blokke af indtil 1 m. længde. I dette graabrune materiale udførtes i det indtil eg-store materiale en mekanisk analyse med følgende resultat:

$>$ 2 mm.	583,20 gr.	95,55 %
2—1 —	6,05 „	0,99 „
1—$\frac{1}{2}$ —	5,65 „	0,93 „
$<$ $\frac{1}{2}$ —	15,45 „	2,53 „
Sum	610,35 gr.	100,0 %

Materiale $< \frac{1}{2}$ mm. viste en blanding af fin sand, støvsand og lersubstans.

Øverst havde man saa et muldlag af 2—3 dm. tykkelse af graa og mørk farve.

Afdelingen (Y_2S) kiler ud henimod skogkanten tilhøire og viser her i den ydre del endel uregelmæssigheder, som det tildels meget rasede snit ikke tillod at udrede med den ønskelige nøiagtighed. Overskylningslaget (SO) strækker sig over det hele, men undergaar omtrent ved høidemaalingsstedet endel forandring, idet der til venstre for dette spores en delvis skiktning, et fænomen som det ligger udenfor nærværende afhandling at gaa nærmere ind paa, medens tilhøire herfor og saaledes over selve ra-ryggen viser sig et uskiktet moræneg rus med sten og blokke. Blandt disse bemærkedes rombeporfyr, syenitporfyr, augitporfyr, larvikit,

laurdalit, tonsbergit og desuden forskjellige grundfjeldsberg-arter, som gneis, granit, hornblendeskifer m. fl. Denne øverste afdeling er utvilsomt resten af den sidste moræne-afsætning paa stedet, hvilket ogsaa antydes ved de talrige, omstroede blokke paa den kupperede overflade gjennem bøkeskogen.

Den afdeling, der i foreliggende tilfælde gjør specielt krav paa opmerksomhed, er den rigt *Portlandia-førende* (Y_1Y_2), fra hvis mod høire udkilende parti fig. 3 giver et forstørret billede, hvor rullestensgruset under, det *Portlandia*-førende ler i midten og rullestensgruset over træder tydelig frem. At dette *Portlandia*-førende ler har været gjenstand for betydelige forstyrrelser, viser saavel de talrige skjælfragmenter som de iagttagne, forstyrrede lag. Dette bliver ogsaa let forstaaelig, naar vi erindrer morænegruset over, som maa være afsat af en fremrykkende bræ. Det fossilførende ler selv maa imidlertid være afsat foran bræen, og det kan ikke have havt en blot lokal udbredelse, thi i et grustag lige ved veien, nær elvens udløb af Farrisvand, gjenfandtes det samme blaagraa, grusblandede ler med blokke henimod 3 m. over Farrisvandet, altsaa 24 m. o. h. I dette ler fandtes *Macoma calcaria* Chemn. af samme formtype som i grustaget i Bøkeskogen. I elvebunden saaes ikke fast fjeld, men derimod tætpakket med store blokke, der vistnok repræsenterer det ved elvens arbeide levnede residualmateriale af den til begge sider i høie banker frem-springende moræne. Hvor langt bræen har været tilbage-rykket under afsætningen af dette ler er ikke godt at sige, men man faar indtryk af, at afsætningen væsentlig maa være foregaaet i nærheden af selve brækanten, saa de mindre forandringer hos denne har bevirket forstyrrelse i lagene. Derimod viser det fluvioglaciale, underliggende mate-riale med indesluttede skjælfragmenter og lerbrudstykker, at

under den forudgaaende tid maa bræen have indtaget en mere tilbagetrukket stilling og erosion have fundet sted af en tidligere tilstedeværende, fossilførende afsætning, om hvis alder de fundne fossiler giver et fingerpeg. Raet bliver saaledes med rette at henføre til de saakaldte oscillationsmoræner, som jeg allerede ved en tidligere anledning har paavist [113]). Og som ved samme leilighed anført kan vi følge paa samme maade de tre øvrige trin, der bliver at henregne til den egentlige *Ra-periode:* Aas-trinnet (Dr. side 17), Aker-trinnet (A. side 17) og Romerik-trinnet (R. side 17). Forholdene er væsentlig de samme, saavel med hensyn til moræneres bygning som med hensyn til de foran dem opbyggede faciesdannelser. Den periodisk tilbagevendende skiktning i lerafsætningerne er i hovedtrækkene den samme, enten vi ser den „hvarfviga lera" i teglverksgropene ved Äng teglverk nær Lilla Lé eller den periodisk skiktede ler i teglverket ved Ørje (fig. 4). I det første tilfælde rimeligvis tilhørende den samme *Portlandia*-førende lagserie, som jeg har fundet i Tistedalen, men i det sidstnævnte tilfælde tilhørende en *Arca*-førende suite. Men der gjør sig i denne periodiske veksling et eiendommeligt dobbeltfænomen gjældende, som det tydelig fremgaar af den vedføiede fig. 4, idet hveranden periode udmerker sig ved nær de samme skikttykkelser,

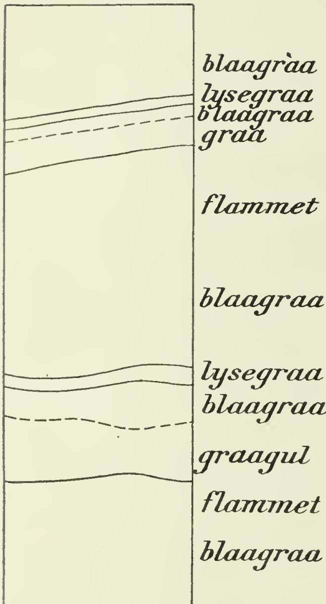


Fig. 4. Profil fra Ørje teglverk.

men betydelig forskjellig fra den nærmest forudgaaende og den nærmest efterfølgende. Dette er et forhold, som bedre stemmer overens med en sekulær end med en aarlig periodicitet.

Denne egentlige *Ra-periode* afsluttes saa med det ovennævnte Romerik-trin, der paa flere steder kan følges som en meget udvisket dobbeltrække over den sydlige og midtre del af Romeriksletten, og til dettes opstikkende terrasser og moræneknupper slutter saa det inden samme egn rigt optrædende *Portlandia*-førende ler sig, ikke som en facies-dannelse, men i diskordant stilling som en yngre afsætning. De forhold, der staar i forbindelse med dette skille, har jeg behandlet ved flere tidligere anledninger [114. 115. 116. 117. 118]), hvorfor her henvises til disse, ligesom jeg ogsaa har givet dr. NORDMANN et resumé deraf til brug for beretningen om de danske geologers udflugt til Kristiania omegn sommeren 1909.

Og denne *Ra-periode* gaar langt tilbage og kan følges i afsætninger langt udenfor vort lands grænser. Sidste sommer havde jeg anledning til at studere disse forhold gjennem hele den sydvestlige del af Sverige, fra Bohuslen til Skaane, og gjennem en stor del af Danmark, ligesom ogsaa gjennem en del af Nordtyskland. Hvor den absolute grænse for denne periodes egentlige afsætninger falder, er det vistnok for øieblikket meget vanskelig at sige med bestemthed, men den store mellemjydske morænerække med fortsættelsen i den baltiske moræneryg udgjør ialfald et meget fremtrædende skille mellem en yngre og ældre del af selve istiden, meget sandsynlig at denne grænselinje ogsaa virkelig i de store drag repræsenterer *Ra*-periodens omtrentlige største bræudstrækning for Nordeuropas vedkommende.

Noget anderledes stiller forholdet sig, naar vi gaar over til Kristianiafjordens vestlige side, hvor jeg ogsaa havde anledning til at demonstrere forholdet paa en ekskursion med studenterne forsommeren 1907. Her slutter nemlig det store Skagerakdyb sig til som en bue forholdsvis nær rundt Norges sydkyst. Paa dettes kant har vistnok gjennem lange tider de forholdsvis tynde pladebræer brukket eller kalvet og saaledes indlandsisens begrænsning gjennem lange tider indtaget væsentlig samme stilling. Hvorledes forholdet stiller sig længere vest, paa vort lands sydvestkyst og paa vor vestkyst maa desværre endnu betegnes som ubekjendt. At vi allerede nu kjender, om endog kun tilnærmelsesvis, selve hovedtrækkene, f. eks. i Jæderlandets opbygning, maa af den nogterne kvartærforsker endnu betegnes som altfor sangvinsk. Og bedre er det ikke paa mange andre steder. Men selv hvor det gjælder de yngre afsnit af *Ra-perioden*, er vort kjendskab til forholdene i den sydlige del af vort land endnu meget mangelfuldt.

Allerede sommeren 1895 havde jeg anledning til at studere disse forhold gjennem den sydlige del af landet fra Arendalskanten over mod Jæderen. Jeg gik da ud fra, at det ra, som dukker i havet ved Helgeraaen og fortsætter over Jomfruland og i undervandsbanker videre langs kysten, fandt sin naturlige fortsættelse i de af sten, grus og sand, delvis eller helt bestaaende øer og holmer lige udenfor Arendal, sidst af disse den lange, lave Jerkholmen, og at det saaledes var den samme morænerække, der danner grundlaget for den vakre og eiendommelige furuskog paa Tromøens yderside som for furu- og bøkeskogen paa Hasla-odden ved Søm mellem Arendal og Grimstad. Fra Hasla-odden fulgte jeg saa morænens ofte opløste rækker temmelig sammenhængende forbi Mo og indenfor Vikkilen, videre foran Rorvand, Landvikvand og Redalvand, forbi Kalveld,

over Eskeland til Aabaal foran Flaksvand. Længere vest var moræneu ikke saa sammenhængende, men gjenfandtes dog i smukt udformede rækker, og ofte opløst i flere trin, i tilsvarende retning i de forskjellige dalfører, saaledes forbi Svalandsheia og i Otteraaens dalføre, hvor man i Vennesla, fra Grovene til Mosby, har en hel række smukt formede moræner, og fænomenet for saa vidt arter sig paa noget lignende maade, som vi kjender det fra Mellemsverige. Videre gjenfinder vi det i Søgnedalen, oppe i Grebstad fra Hortemo og videre op forbi Stokkeland. Over i Mandalen finder vi de samme forhold i den øvre del af Holme, i Øslebø og Løvdal, og videre i Undalen, i Vigmostad opover forbi Konnesmo. I Hegebostad og Kvaas i Lygnedalen gjenfandtes de samme forhold, ligesaa tilsvarende i Kvinesdal over Mo og Rafos, og endelig smukke, tvedelte moræner i Bakke foran Siredalsvand, og her i forbindelse med smukt udformede terrasser, videre foran Hovsvand og i Hæskestad, samt smukke morænerækker i Helleland, og endelig i Birkrem foran Ørsdalsvand. Videre har jeg ikke her endnu havt anledning til at følge fænomenet, og det vilde føre for langt ved denne anledning at fortsætte med en diskussion af forholdene, som de arter sig i de vestlandske fjorde, fra Ryfylke videre mod nord. Resultaterne af disse undersøgelser sammenstillede jeg saa et par aar efter, 1897, i en større afhandling, i hovedtrækkene væsentlig i samme form som her gjengivet, men for denne afhandling har det aldrig lykkedes mig at erholde trykkeplads. Angivelse af morænernes beliggenhed paa den her nævnte strækning blev ifølge opfordring fra Norges geologiske undersøgelse tilstillet denne til brug ved udarbeidelsen af et oversigtskart for Bergensudstillingen det følgende aar 1898[119]). Senere nævnte jeg det for denne større morænerækkes vedkommende opnaaede resultat ganske i forbigaaende[120]). In-

flueret af den faunistiske betragtningsmaade, som Brøgger gjorde gjældende i sit arbeide over Kristianiafjordens moluskfauna [121]), gav jeg imidlertid senere en noget anden fremstilling af forholdene for at bringe en tilsyneladende større overensstemmelse mellem de faunistiske forhold i Kristianiafeltet og paa Nedeneskysten, idet Arendal—Ørsdalsmorænerækken blev betragtet som tilhørende en indre morænerække [122]), hvilket ogsaa med det lille kjendskab man har til disse moræners beliggenhed ude i havet til en vis grad kunde være tilladt. Senere har jeg igjen sommeren 1904 havt anledning til paany at undersøge forholdene foran Flaksvand, i Vennesla, foran Siredalsvand og strækningen mellem Ekersund og Ørsdalsvand ligesom ogsaa sommeren 1905 havt anledning til at foretage en fornyet undersøgelse af de fossilførende afsætninger i omegnen af Arendal, og resultatet af disse fornyede undersøgelser har for mit vedkommende været en tilbagevenden til den samme betragtningsmaade, som jeg vandt frem til i 1895, 1897 og 1899 som ovenfor omtalt. Hvad der altsaa i denne sydlige del af landet findes af moræneafsætninger udenfor denne linje, maa altsaa skrive sig fra ældre afsnit af istiden.

Den opfatning af *Ra*-tiden, som jeg nu i det foregaaende har søgt at give et omrids af, har jeg fundet bestyrket, foruden ved hvad jeg havde anledning til at se paa min ovenfor nævnte reise i Sverige, Danmark og Nordtyskland sidste sommer, ogsaa ved den erfaring jeg havde anledning til at erhverve paa en reise i Skotland, paa Ørknøerne og Shetlandsøerne sommeren 1909. Endvidere har de resultater, som de amerikanske geologer har naaet i de senere aar, bestyrket min opfatning af forholdet mellem ra-tid og nærmest efterfølgende tidsrum, saadan som dette er repræsenteret i *Mytilus*-niveauets og *Portlandia*-niveauets afsætninger i vort land. Det vilde

føre for langt her at gjennemgaa disse forskjellige forhold; jeg skal ved denne anledning kun henvise til CLAPP: Complexity of the Glacial Period in North-Eastern New England[123]) og H. E. MERWINS interessante undersøgelser[124]).

Efterhaanden som mine egne undersøgelser er skredet frem, og efterhaanden som jeg har faaet anledning til at sammenligne resultaterne af disse med de resultater, hvortil man ogsaa er naaet i andre egne, hvor nedisningsforholdene har været tilsvarende, er jeg blevet bestyrket i den opfatning, at *Ra*-perioden paa en vis maade danner et for sig afsluttet hele, eller som jeg tidligere udtrykte det, „at denne store og skarpt markerede linje, der danner et skille saavel i glaciologisk som faunistisk henseende, tillige repræsenterer grænsen for en særskilt nedisning, den raglaciale“[125]), og at „there might be no reasonable inducement to doubt that this „Ra“-period is really corresponding to the American Wisconsin-Period, even if some slight shifting or lagging of the climatic period might be in future proved to have taken place“[126]). Men vi maa erindre, at vi endnu staar lige over for mange uløste spørgsmaal, og enhver kvartærgeolog bør mærke sig den „conclusion“, hvortil CALVIN kommer i sin „presidential address“ 19 $^{29}/_{12}$ 08[127]).

Efter at jeg høsten 1909 gjorde et udkast til disse korte „bemerkninger“ om Ra-perioden, er der offentliggjort endel arbeider af d'hrr. ARENTZ[128]), BJØRLYKKE[129]), HANSEN[130]) og REUSCH[131]), hvis omtale af de hidhørende forhold ogsaa kunde give anledning til endel bemerkninger, men den begrænsede, til disposition stillede plads tillader ikke her nogen saadan gjennemgaaelse.

Literaturhenvisninger.

1. Playfair: Illustrations of the Huttonian Theory of the Earth, 1802, p. 389.
2. Bull. de la Soc. Vaud. des Sc. nat. Vol. 35, No. 132.
3. Arch. for Mathm. og Naturvid. B. XXI, Nr. 7.
4. Magazin for Naturvidenskaberne 1824, pag. 45.
5. Nyt Mag. for Naturvid. B. III, p. 115–168, B. I, 1838, p. 254, 224, 195.
6. Nyt Mag. for Naturvid. B. IV, p. 321.
7. Forbes: Travels through the Alps of Savoy, 1845, p. 41–45.
8. Chambers's Edinburgh Journal No. 444, 1/8 1840, p. 346, 347.
9. The Annals and Magazine of Natural History, Vol. VI, London 1841, p. 397.
10. Agassiz: Untersuchungen über die Gletscher, 1840—41, p. 276.
11. Bull. de la Soc. géol. de France 1845–46, pag. 65—85, 250–255.
12. L. c. pag. 102–127.
13. L. c. pag. 126–27.
14. Rordam: Observationer over frictionsrifler – Vallø 1845 – etc. (Manuskript.)
15. Rordam: Observationer over frictionsmærker langs Kristiania-fjordens kyster i sommerne 1850 og 1851. (Manuskript).
16. Rordam: Nogle observationer over afskuringsmærker fra Tønsbergegnen, 1845. (Manuskript).
17. Horbye: Les phénomènes d'érosion en Norvège, Univ. prog. 1857, I, pag. 47–53.
18. Weibye: Indberetning om en i sommeren 1842 foretagen oryktognostisk-geografisk reise langs kysten fra Arendal til Laurvig. (Manuskript.)
19. Forh. Vid.-Selsk. Christiania 1867, pag. 14.
20. Naturen 1879, pag. 160.
21. Address delivered at the anniversary meeting of the Geological Society of London 1837 by Charles Lyell, pag. 28, 29.
22. Memoirs of the Wernerian Natural History Society for the years 1837–38, P. I, Vol. VIII, pag. 49–88.

23. L. c. pag 74.
24. Geol. Förn. Förh. Stockholm B. XVII, pag. 632.
25. Lefnadsteckningar öfver kungl. Svenska Vetenskaps Akademiens ledamöter, B. 4, H. 3 (1903), pag. 51, 52.
26. L. c. pag. 54.
27. Öfvers. kungl. Vet.-Akad. Förh. 1846, pag. 252–274.
28. Memoirs of the Geological Survey of Great Britain, Vol. I, London, 1846, pag. 336–432.
29. Sv. Vet.-Akad. Handl. 1836.
30. Forbes: Norway and its Glaciers visited in 1851, Edinburgh 1853, pag. 103.
31. Meddelelser om Grønland, B. XXIV, 1901, pag. 278.
32. Rink: Om den geographiske beskaffenhed af de danske handelsdistrikter i Nordgrønland etc. 1852.
33. Tidsskrift for Naturvidenskab, 1883, pag. 115, 116.
34. The Edinburgh New Philosophical Journal, Vol. LIV, pag. 229–281.
35. Öfversigt af kungl. Vet.-Akad. Förh. 1856, pag. 1—9.
36. L. c. pag. 7.
37. L. c. pag. 235.
38. L. c. 1857, pag. 326.
39. Erdmann: Några ord till belysning af den geologiska kartan öfver Fyris-åns dalbäcken, Stockholm 1857.
40. Arch. for Mathm. og Naturvid. B. XXI, Nr. 7, pag. 6—15.
41. Christiania Vid.-Selsk. Skr. I, Mathm.-Naturvid. Kl. 1908, No. 2, pag. 48–52.
42. Kjerulf: Vasdragenes trin (4de tillægshefte til „Folkevennen“ 1886), pag. 7.
43. Rørdam: „Observationer over Friktionsphænomenet langs Norges Sydkyst. Indberetning til Collegium academicum om en i 1858—59 udført stipendiereise“.
44. Deutsche Revue über das gesammte nationale Leben der Gegenwart, Jahrg. III, 1879, pag. 105–110.
45. Otto Torell: Bidrag till Spitsbergens molluskfauna etc. I, Stockholm 1859.
46. Holmstrøm: Märken efter istiden iakttagna i Skåne, Malmø 1865, pag. 11.
47. Torell: Bidrag till Spitsbergens molluskfauna pag. 98, 108.
48. Polyteknisk Tidsskrift 1858, No. 21, $^{15}/_{11}$ og No. 22, $^{30}/_{11}$.
49. Sars og Kjerulf: Iagttagelser over den postpliocene eller glaciale formation etc., Univ. prog. 1860, I.
50. Nyt. Mag. for Naturvid. B. I (1838), pag. 141—147.
51. L. c. pag. 145.
52. Sars og Kjerulf: Iagttagelser over den postpliocene eller glaciale formation etc. Univ. prog. 1860, I, pag. 40.
53. L. c. pag. 41.

54. Polyteknisk Tidsskrift 1862, pag. 11.
55. L. c. 1862, pag. 140.
56. Lunds universitets års-skrift 1865, III. IX, pag. 10.
57. L. c. pag. 11.
58. Kjerulf og Dahll: Geologisk Kart over det søndenfjeldske Norge, Christiania 1866, pag. 2.
59. Kjerulf: Istiden 1876, pag. 44.
60. —„— Stenriget og Fjeldlæren, 1865, pag. 180—181.
61. —„— Stenriget og Fjeldlæren, 1870, pag. 204—205.
62. —„— Stenriget og Fjeldlæren, 1878, pag. 214.
63. Holmstrøm: Märken efter istiden iakttagna i Skåne, Malmø 1865, pag. 111.
64. Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft B. XXVII, 1875, p. 961.
65. Zittel: Geschichte der Geologie und Paläontologie, Leipzig 1899, pag. 344.
66. Kjerulf: Nogle af geologiens tidsmaalere 1874, pag. 5.
67. —„— Istiden 1876, pag. 47.
68. Nyt Mag. for Naturvid. B. I (1838), pag. 141—147.
69. L. c. pag. 143.
70. Sars og Kjerulf: Iakttag. over den postpl. eller gl. formation i en del af det sydl. Norge, Univ. prog. 1860, I, pag. 39—42.
71. L. c. pag. 39.
72. Kjerulf og Dahll: Geologisk kart over det søndenfjeldske Norge 1858—65.
73. Sars og Kjerulf: Iakttag. over den postpl. eller gl. formation i en del af det sydl. Norge, Univ. prog. 1860, I, pag. 40.
74. Broch: Statistisk aarbog for kongeriget Norge 1871, pag. 362.
75. Sars og Kjerulf: Iakttag. over den postpl. eller gl. formation i en del af det sydl. Norge, Univ. prog. 1860, I, pag. 41.
76. Broch: Statistisk aarbog for kongeriget Norge 1871, pag. 251.
77. Sars og Kjerulf: Iagttag. over den postpl. eller gl. formation i en del af det sydl. Norge, Univ. prog. 1860, I, pag. 40.
78. Kjerulf: Udsigt over det sydlige Norges geologi, 1879, pag. 44.
79. Öfvers. kgl. Vet.-Akad. Förh. 1875, No. 1, pag. 69—77.
80. L. c. pag. 77.
81. Kjerulf: Udsigt over det sydlige Norges geologi, 1879, pag. 40.
82. Kiær: Norges land og folk. I. Smaalenenes amt, 1885, pag. 15.
83. De Geer. Om den skandinaviska landisens andra utbredning. Stockholm 1884. Tekst og karter.
84. Bull. Geol. Soc. Amerika, Vol. 3 (1891) pag. 65 flg.
85. De Geer: Skandinaviens geografiska utveckling efter istiden. Stockholm 1896, pag. 66.
86. Christiania Vid.-Selsk. Forh. 1881, No. 8 pag. 1—4.
87. L. c. 1881, No. 9 pag. 24 og vedføiet kart.
88. Det norske geografiske selskabs aarbog III (1891—92), pag. 34—56.

89. Das Ausland, 1892, pag. 219.
90. Dr. PETERMANNS Geogr. Mitteil. 1893, B. 39, Literaturbericht, pag. 29.
91. HELLAND: Jordbunden i Jarlsberg og Larviks amt, 1894, pag. 17.
92. L. c. pag. 21.
93. W. C. BRØGGER: Geologische Uebersichtskarte der Gegend zwischen Sandefjord u. Porsgrund 1:100000, 1897.
94. The American Geologist, Vol. 22 (1898), pag. 49.
95 W. C. BRØGGER: Sengl. og postgl. nivåforandr. i Kristianiafeltet, 1900—1901, pag. 3.
96. L. c. pag. 28.
97. Arkiv för kemi, mineralogi och geologi B. 3, No. 29 (1910).
98. L. c. pag. 4, 14.
99. L. c. pag. 2.
100. L. c. pag. 3.
101. Program for Dansk geologisk forenings ekskursion til Kristianiaegnen 30te mai—4de juni 1909, pag. 4.
102. BJØRLYKKE: Lærebok i Geologi, 1910, pag. 211, fig. 183.
103. Christiania Vid.-Selsk. Forh. 1904, No. 10.
104. Christiania Vid.-Selsk. Skr. I, Math.-Naturvid. Kl. 1908, No. 2.
105. Arch. for Mathm. og Naturvid. B. 29, Nr. 5, pag. 42—44.
106. Geol. Förn. Förh. Stockholm, B. 23, pag. 163 flg.
107. Christiania Vid.-Selsk. Forh. 1910, No. 5, pag. 15—17.
108. Arkiv för kemi, mineralogi och geologi B. 3, No. 29 (1910), pag. 15.
109. Die Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit. Stockholm 1910, pag. 303—310.
110. Nyt Mag. for Naturvid. B. 3 (1842), pag. 174.
111. W. C. BRØGGER: Sengl. og postgl. nivåforandr. i Kristianiafeltet, 1900—01, pag. 668—669.
112. P. A. ØYEN: Kvartær-studier i Trondhjemsfeltet, II (1911).
113. —„— Glaciale studiestreiftog, 1908, pag. 42—44.
114. —„— *Portlandia arctica*, GRAY og dens forekomst i vort land under ratiden og indsjøperioden, 1903, pag. 1—10.
115. —„— Nogle bemerkninger om klimatforandring, 1904, pag. 1—10.
116. —„— Glaciale studiestreiftog, 1908, pag. 44.
117. —„— Kvartær-studier i den sydøstlige del af vort land, 1908, pag. 118.
118. —„— *Portlandia-niveauet* ved Skaadalen station, 1909, pag. 1—10.
119. Norges geol. undersøgelse, No. 26 (1898), pag. 17.
120. P. A. ØYEN: Kontinentalglaciation og lokalnedisning, 1899, pag. 15, 16, 17.

121. W. C. Brøgger: Sengl. og postgl. nivåforandr. i Kristiania-feltet, 1900—01.
122. Helland: Top.-stat. beskrivelse over Nedenes amt, D. I (1904), pag. 37.
123. Bull. of the geol. Soc. of America, Vol. 18 (1908), pag. 505 flg.
124. Merwin: Some late Wisconsin and Post-Wisconsin Shorelines of Northwestern Vermont, 1908, pag. 307—330.
125. P. A. Øyen: Nogle bemerkninger om klimatforandring, 1904, pag. 6.
126. Die Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit, Stockholm 1910, pag. 343.
127. Bull. of the Geol. Soc. of America, Vol. 20 (1910), pag. 152.
128. Arentz: Deviating views on the Glacial Period, 1910.
129. Bjorlykke: Lærebok i Geologi, 1910, pag. 201 flg.
130. Norges geol. undersøgelse, Nr. 54, 1910.
131. Reusch: Norges geologi (N. G. U. No. 50), 1910, pag. 156 flg.

Summary of the contents

with some additional remarks explanatory to foreigners.

In the south-eastern part of Norway, two rather prominent ranges of moraines may be traced in nearly straight and continuous lines, one on each side of the Christiania Fiord. Part of these gravel ranges, for centuries put such an impression upon the inhabitants of the neighbouring districts that we, as yet, in our own days, find the old, traditional word *ra* (meaning a straight line) retained, not only as a proper name of several farms, but, even by the peasants themselves, used to signify part of the ranges of sand and gravel. Moreover, the word *ra* was even recovered by geologists to signify, in general, the just above mentioned deposits, and, curious to tell, the name, having a traditional origin, did not shift, in the course of time, as did the geological hypotheses, or even theories, as to the origin of these interesting acumulations.

The author of the present "Remarks on the Ra-period in Norway" now renders some contributions to the knowledge of morainic ranges in the south-eastern part of the country as are those ranges indicated in the sketch map on page 17. The above-mentioned two lines are also sketched on this map, viz. the one from Moss (M) to Femsjö on the east side of the Christiania Fiord, and the other

one on the west side of the fiord, from Horten (Ho) to Helgeraaen (He). On pp. 3—21, the author is briefly sketching the historical development of the knowledge of the deposits in question. At the same time he endeavours to prove how the development of this knowledge may be traced in very close connection with the development of the study of quaternary geology, not only in his native country but also in other parts of Scandinavia.

It is proved, how we may be able to trace the real foundation views of glacial or quaternary geology back to the important works of HUTTON and PLAYFAIR. And, it is also very difficult to estimate in due sense the important views pronounced by JEAN-PIERRE PERRAUDIN in 1818 as we know rather well the great impulse and consequential influence rendered to glacial studies from the observations of this plain Swiss peasant acting as a guide in the Alps to more than one of the geologists of the time. The views held by ESMARK, as early as 1824, that the Norwegian mountains were once covered all over with a large ice-field extending quite into sea, did not effect the development of glacial studies to such a degree as we might have been justified in expecting from observations of that importance and theories of that rank as those set forth by ESMARK. It is highly interesting to learn from the history of geology how the important investigations by Mr. SMITH of Jordan Hill, into the terraces and rich occurrence of arctic mollusca of the Clyde-basin, were, immediately after the results being published in 1837 and 1839, followed by similar ones in Scandinavia, where LOVÉN at the end of the last mentioned year read his interesting results before the Academy of Science in Stockholm. In the middle of the nineteenth century we meet with the important explorations of Mr. RINK as to the extensive ice-sheet of Greenland.

Comparison and conclusions caused by the knowledge of this recent ice-field in many different ways exercised a great influence upon glacial studies and proved to be of great importance as to a due and profitable investigation of quaternary deposits.

The next following years witnessed in Scandinavia a rather great progress as to the study of the Quaternary. In Sweden, Torell, and in Norway, Sars, both of them joined with several coworkers, were successfull in their investigations into the rich fossil-bearing deposits of northwestern Europe. Indeed, the researches of this era linked together three interesting fields for quaternary studies, viz. Scandinavia, the British Isles, and Canada. The subsequent investigations into this field of research have proved to be quite as improving to quaternary studies as was the successfull start.

The author of the present paper now proves that the *ra* does not only consist of the above-mentioned single morainic range but is also including an additional one lying somewhat outside the main range. Those two ranges are, however, comprising a double series of moraines as is clearly shown in the sketch-map on p. 17. In the district all around the inner part of the Christiania Fiord we meet with three more ranges constituting double-formed series of moraines of quite the same type as the above-mentioned *ra*. These four double series of moraines, viz. the Ra-stage, Aas-stage (Aa), Aker-stage (A), and Romerik-stage (R) are all of them forming moraines of oscillation, as is shown in the sketch on p. 18, and they are regarded by the author as forming the closing stages of the *Ra-period.*

We are certainly justified in regarding this *Ra-period* of Scandinavia as contemporaneous with the *Würm-Eiszeit* of the Alps. And the different closing stages make

it posible to define this period rather well, as seems not to be the case in the Alps. For we see that PENK in one place[1] make up the following scheme:

Post-Bühl-Zeit.

Würm-Zeit { Bühlstadium. Achenschwankung. Maximum. Prae-Würm-Zeit

and in another place[2] quite explicity writes: "die Post-Würmzeit, die ja auch die Zeit des Bühlstadiums und der Achenschwankung umfasst". The same fact was also beforehand demonstrated by PENCK and RICHTER[3]. And BRÜCKNER has summarized the various facts into the following, the mean values of the depression of sown-line and the limit of vegetation being added in metres[4]:

Würm-Eiszeit, Maximum	÷ 1150
—„— , erste Rückzugsmoräne .	÷ 1120
—„— , Laufenschwankung . . .	÷ 1000
—„— , letzte Rückzugsmoräne .	÷ 1080
Achenschwankung	÷ 700
Bühlstadium	÷ 950
Gschnitzstadium	÷ 600
Daunstadium	÷ 300

For comparison it is highly interesting to note the opinion of the leading glacialists of the Alps, and to know how continuous must be the range of alternating stages and stadia. As to this it is also of some interest to note

[1] PENCK u. BRÜCKNER: Die Alpen im Eiszeitalter, 1909, p. 716.
[2] L. c. p. 1169.
[3] PENCK u. RICHTER: Glazialexkursion in die Ostalpen, p. 15.
[4] PENCK u. BRÜCKNER: Die Alpen im Eiszeitalter, 1909, p. 588.

the expression by LEVERETT: "aside from the moraines that mark the limits of the Würm glaciation moraines are developed at places within the Alps which are thought to mark stadia of readvance, known as the Bühl-, Gschnitz- and Daun-stadia[1].

Last summer, 1910, I had an opportunity to visit a great many of localities for morainic deposits in Germany, for instance east and north of Berlin, and in Mecklenbourg, and in the more northern provinces towards the Danish boundary. In Denmark I traversed in different directions the interesting district of glacial deposits described by USSING[2] from the central region between Randers, Silkeborg, Viborg, Skive, Struer, Holstebro and Karup. And, further on I made some excursions in the surroundings of Fredrikshavn, and Grenaa, and in Zealand. Through the south-western part of Sweden, from Scania in the South all up to the Norwegian, boundary I succeeded in following a series of moraines of quite the same type as the above mentioned morainic ranges already described from the surroundings of the inner part of the Christiania Fiord.

The numerous facts here gathered were rather convincing as to the oscillatory character and systematic value of the long and continuous series of frontal moraines, associated with fluvio-glacial deposits and fossil-bearing clay layers. And, it became quite clear to me, that from the outer range of the Baltic ridge quite up to the central part of Norway, we meet with a multitude of moraines forming a continuous series belonging to the *Ra-period*, the closing stage of which we meet in the Romerik-stage as stated above on p. 31.

---

[1] Zeitschrift für Gletscherkunde, B. IV, 1910, p. 313.
[2] USSING: Danmarks geologi, 1904, pp. 250—272.

A geographical description of the double-formed or dichotome moraines belonging to the Ra-stage is given on pp. 18—21 and pp. 31—34. At the same time it is proved that the mapping of moraines along the Norwegian boundary by De Geer and Ahlmann is quite wrong pp. 20—21. And, consequently there must necessarily be something wrong in the calculation of geological time introduced by De Geer, p. 21.

On pp. 22—31 a detailed description of a glacial deposit near Larvik proves the moraines of the Ra-stage to be of oscillatory character as is shown, as well in the plate (Snit i „raet", Bøkeskogen, Larvik. P. A. Øyen fot. 19 $\frac{1}{10}$ 09) as in the sketch p. 18. In the other moraines belonging to the *Ra-period* we meet with the same fact, p. 30.

The closing stage, the *Romerik-stage,* of the *Ra-period* is followed with the *Mytilus-niveau,* and this in its turn with the *Portlandia-niveau,* pp. 34—35. This series of glacial and inter-glacial deposits was in Norway for the first time proved in 1900 [1] and 1903 [2]. In connection with this it may be of some interest to note that already in 1897 Hartz and Milthers had for the first time paid a visit to the interesting clay-deposits at Alleröd [3]. And, the vegetable remains which the above mentioned geologists were successfull enough to dig out from the clay-layers at this brick-work, were of unusual interest, the occurrence of such plants as *Betula verrucosa* and *intermedia,* associated with *Rubus saxatilis* and *Juniperus communis* in

[1] P. A. Øyen: Kvartær-studier i Trondhjemsfeltet, I. 1910.

[2] —„— *Portlandia arctica* Gray og dens forekomst i vort land under ratiden og indsjøperioden, 1903.

[3] Hartz: Bidrag til Danmarks senglaciale Flora og Fauna, 1902, p. 6.

a layer between true arctic ones[1,2] being of great importance as to an adequate comprehension of climatic oscillations. In full harmony with this, we see that Nordmann quite explicitly place the "Alleröd oscillation" between two periods characterized by the occurrence of true arctic plants, such as *Dryas octopetala*, *Betula nana*, and *Salix polaris* and *reticulata*[3].

There might be no reasonable inducement to doubt that the "Older Dryas Period" is really corresponding to the later and closing stages of the *Ra-period*. The more temperate climate characterizing the deposits of the *Mytilus-niveau* in Norway corresponds in a true sense with that of the "Alleröd oscillation". And, likewise the *Portlandia-niveau* in Norway is found to be in adequate correspondence with the "Younger Dryas Period" in Denmark.

So far we might also be justified in regarding the *Mytilus-niveau* as corresponding with the Achenschwankung of the Alps, and in regarding the *Portlandia-niveau* as corresponding with the Bühl-stadium. And, we might also be justified in comparing the Wisconsin, Champlain, and Post-Wisconsin of North America with the *Ra-period*, *Mytilus-niveau* and *Portlandia-niveau* of Norway.

---

[1] Meddel. fra Dansk geol. Forening, Kjøbenhavn, Vol. 8 (1901), pp. 31—60.

[2] Hartz: Bidrag til Danmarks senglaciale Flora og Fauna, 1902, pp. 6—29.

[3] Die Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit, Stockholm 1910, p. 325.

Trykt 10. juli 1911.



, 09.



Snit i „raet“, Bøkeskogen, Larvik. P. A. Øyen fot. 19 $^{1}_{10}$ 09.

NORSK GEOLOGISK TIDSSKRIFT.

Vol. I. is lately published and contains the following papers:

Price 8 kr. = 9 s. per volume.

NORSK GEOLOGISK TIDSSKRIFT

utgivet av

NORSK GEOLOGISK FORENING

utkommer i Kristiania i frie hefter. Disse forenes til et bind paa mindst 240 sider hvert andet eller tredie aar.

Tidsskriftet vil kun trykkes i et antal av 300 expl. og koste 8 kroner bindet. Første bind er utkommet.

Man kan faa hefterne, efterhvert de utkommer, ved henvendelse til T. O. Brøgger i Kristiania.

Foreningen har intet bibliotek og tidsskriftet vil ikke forsendes i bytteforbindelse.

REVUE GEOLOGIQUE NORVEGIENNE

publiée par la

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE NORVÈGE.

La Revue publie des mémoires scientifiques le plus souvent en norvégien, mais avec des résumés en langues étrangères.

Elle paraît par fascicules détachés, formant tous les deux ou trois ans un volume d'au moins 240 pages.

Le chiffre du tirage est de 300.

Le prix de souscription est port compris, de 8 kroner (11 frs. = 9 s. = 9 M. = 2 doll. 10 c.) par volume. S'adresser à T. O. Brøgger à Christiania.

Les fascicules pourront être expédiés par la poste au fur et à mesure de leur apparition.

La Société Géologique n'ayant pas de bibliothèque à elle, la Revue n'est pas échangée contre d'autres publications.

KRISTIANIA. A. W. BRØGGERS BOKTRYKKERI. 1911.


Gaylord
PAMPHLET BINDER
Syracuse, N. Y.
Stockton, Calif.

